

**П. С. НОСОВ**, канд. техн. наук, **Ю. И. КОСЕНКО**,  
**В. Д. ЯКОВЕНКО**, канд. техн. наук, Херсон, Украина

## **ВЫБОР СТРАТЕГИИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

Запропонований підхід до вибору стратегії індивідуального планування навчальної діяльності студента в умовах неповних знань про поточну педагогічну ситуацію. У даній роботі стратегія є нечіткою структурою, що залежить від набору і динаміки зміни кількісних критеріїв. Даний підхід дозволяє визначити відношення можливого результату планування від поточного нечіткого стану навчальної діяльності студента.

Предложен подход к выбору стратегии индивидуального планирования учебной деятельности студента в условиях неполных знаний о текущей педагогической ситуации. В данной работе стратегия представляет собой нечеткую структуру, которая зависит от набора и динамики изменения количественных критериев. Данный подход позволяет определить отношение возможного результата планирования от текущего нечеткого состояния учебной деятельности студента.

Approach a choice of strategy the individual planning of educational activity student is offered in the conditions of incomplete knowledges about a current pedagogical situation. In this work strategy is an unclear structure which depends on a set and dynamics a change of quantitative criteria. This approach allows to define the relation possible result of planning current unclear status of educational activity of the student.

Совершенствование современных информационных технологий (ИТ) в области интеллектуализации учебного процесса направлено на качественную замену человека-администратора, в частности проектировщика учебного процесса, экспертной системой. Анализ научных работ показывает, что большое внимание исследователей направленно, прежде всего, на создание учебных планов, определение профессиональных компетенций и адекватное оценивание параметров студента [1]. Такие направления приносят ощутимые результаты в области создания сложноструктурированных образовательных систем, профессиональной диагностики и рациональном планировании учебного процесса в условиях дистанционного обучения.

Между тем, процесс создания проактивных моделей интеллектуальной деятельности студента усложняется в условиях применения известных формальных подходов. Одной из причин такой ситуации является то, что используются «статические» модели знаний студента полученные в результате сбора данных методами психологического тестирования и экспертной оценки [2]. Данные методы незаменимы при профотборе, но не при долгосрочном моделировании сложного поведения студента в образовательных средах с соответствующей степенью неопределенности.

В связи с обозначенными положениями, основная задача заключается в создании принципиально новых формальных подходов позволяющих сформировать динамическую модель студента. При этом структура такой модели представляет собой индивидуальный набор характеристик значимых в процессе обучения. Исходя из этого, для рационального управления учебным процессом необходимо выбрать индивидуальную стратегию обучения каждого студента. Следует также отметить, что основной проблемой при создании знание – ориентированных систем является оценка неполных знаний о студенте, то появляется необходимость в использовании нечетких знаний для оценки учебной деятельности студента, под которой понимается поверхность его идентифицированных индивидуальных характеристик.

Предположим, что определен ряд стратегий управления деятельностью студента (УДС), который имеет конечный набор количественных критериев  $K = \{k_1, \dots, k_n\}$ . Для выбора наиболее результативной стратегии предлагается ввести критерий результативности, в следующем виде (1):

$$W = \max \{W_j\}, W_j = \gamma_t L_{tj} + \gamma_p L_{pj} + \gamma_e L_{ej} \quad (1)$$

где  $\gamma_t, \gamma_p, \gamma_e$  – коэффициенты важности прогнозируемых состояний и времени перехода в данные состояния.  $L_{tj}, L_{pj}, L_{ej}$  – нормированные значения числа переходов, результативность состояния ( $j$ - номер стратегии УДС);  $W_j$  – значение показателя эффективности  $j$ -й стратегии.

Матрица безусловных вероятностей состояний на шаге  $k$  определяется соотношением  $P_k = [P_1(k), P_2(k), \dots, P_n(k)]$  ( $k = 0, 1, 2, \dots$ ). При этом, для  $P_k$  справедливо соотношение  $P_k = P_{k-1} \pi$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots$ . Следовательно, имеем  $P_1 = P_0 \pi$ ;  $P_2 = P_1 \pi$ ;  $P_3 = P_2 \pi$ ,  $P_n = P_{n-1} \pi$ . Матрица финальных вероятностей будет иметь вид (2) [3, 4]:

$$E = \lim_{m \rightarrow \infty} \pi(m) = \lim_{m \rightarrow \infty} \pi^m = \begin{bmatrix} P_1 & P_2 & \dots & P_n \\ P_1 & P_2 & \dots & P_n \\ \dots & \dots & \dots & P_n \\ P_1 & P_2 & \dots & P_n \end{bmatrix}, \quad (2)$$

Матрица может быть определена путем решения системы алгебраических уравнений (3), где  $P_j = \lim_{k \rightarrow \infty} P_j(k)$ ,  $j = \overline{1, n}$  – финальные вероятности.

Матрица времени перехода в состояния  $M$  определяется соотношением:  $M = (I - Z + E \cdot Z_{dg}) \cdot D$ , где  $Z = [I - (\pi - T)]^{-1}$ .

где:  $I$  – единичная матрица;  $\pi$  – матрица перехода;  $T$  – матрица финальных вероятностей;  $E$  – матрица, состоящая из единиц, т.е. все элементы матрицы  $E$  равны единице;

$$\left. \begin{aligned} P_j &= \sum_{i=1}^n P_i \pi_{ij}; j = \overline{1, 2, \dots, n-1} \\ 1 &= \sum_{j=1}^n P_j \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$Z_{dg}$  – матрица, получающаяся из матрицы  $Z$  обнулением внедиагональных элементов;  $D$  – диагональная матрица с элементами, равными обратным значениям элементов диагонали матрицы финальных вероятностей  $T$ .

В свою очередь, состояние стратегии УДС, предполагает некоторое нечеткое множество  $I = \{I_1, \dots, I_N\}$  личностно-ориентированных управленческих особенностей, если определен индекс нечеткости (4):

$$v(\underset{\sim}{A}) = \frac{2}{b-a} \int_a^b \sum_{i=1}^n \left| \underset{\sim}{\mu_A(x_i)} - \underset{\sim}{\mu_{A^*}(x_i)} \right| dx \quad (4)$$

Проверка отличий состояний  $\underset{\sim}{A}, \underset{\sim}{B}$  возможна путем определения обобщенного расстояния Хемминга, которое удовлетворяет условиям симметричности и транзитивности нечетких множеств (5):

$$\delta\left(\underset{\sim}{A}, \underset{\sim}{B}\right) = \frac{\alpha\left(\underset{\sim}{A}, \underset{\sim}{B}\right)}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \underset{\sim}{\mu_A(x_i)} - \underset{\sim}{\mu_B(x_i)} \right| \quad (5)$$

Как правило, разности в значениях нечетких множеств отображают динамику изменения влияющих факторов на выбор стратегии УДС. Однако не исключены ситуации, когда в структуре изменяется состав параметров. Тогда новое состояние в виде нечеткого  $\theta$  множества  $F_2$  индуцировано отображением из предшествующего состояния  $F_1$ :  $(F_1 \xrightarrow{\theta} F_2 | x \in F_1 \ \& \ y \in F_2)$  и имеет вид (6).

$$A \subset F_1 \ \& \ B \subset F_2 \Rightarrow \begin{cases} \max_{x \in \theta^{-1}(y)} [\mu_A(x)], \theta^{-1}\{y\} \neq \emptyset \\ 0, & \theta^{-1}\{y\} = \emptyset \end{cases} \quad (6)$$

Следует отметить, что отображение  $\psi: I \rightarrow \psi$ , должно быть таким, чтобы выбор стратегии  $I \in \mathbf{I}$  приводил к результату  $\psi(I) \in \psi$ , который характеризуется набором первичных критериев  $K = \{k_1, \dots, k_n\}$  количественной оценки классообразующего состояния. Исследуемая неопределенность состояния стратегии УДС не гарантирует достижения конкретного результата  $\psi(I)$ . В свою очередь каждая стратегия множества  $I \in \mathbf{I}$  характеризуется вероятностным распределением  $\eta_I(\psi)$ .

Для анализа результативности состояния стратегии УДС введем функцию результативности  $U(R_i)$ , которая индексирует совпадения критериев  $\mathbf{K}$  в пространстве классообразующего множества исследуемой ситуации. Опишем механизм индексации критериев в рамках математического аппарата алгебры кортежей [5]. Предположим, классообразующей фрейм-ситуация задана набором правил  $R_i$ :

Правило 1:

$$R_1[STM] = \begin{bmatrix} \{d\} & * & * \\ \{e\} & \{h\} & \{k\} \end{bmatrix},$$

$$\text{Правило 2: } R_2[STM] = \begin{bmatrix} \{e\} & * & \{k\} \\ \{e\} & * & \{l\} \end{bmatrix},$$

$$\text{Правило 3: } R_3[STM] = \begin{bmatrix} \{f\} & \{h\} & \{k\} \\ \{e\} & \{h\} & * \end{bmatrix},$$

$$\text{Правило 4: } R_4[STM] = \begin{bmatrix} \{f\} & * & * \\ * & \{j\} & \{m\} \end{bmatrix},$$

$$\text{Правило 5: } R_5[STM] = [\{g\} \quad * \quad *].$$

При этом,  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$  – представляют собой С-системы (объединение произвольного числа С-кортежей). Для анализа критериев, которые идентифицируются как С-кортеж, достаточно найти пересечение С-системы с С-кортежем. В том случае если результат будет представлять пустое множество, то правило не выполняется. Количество совпадений правил, даст информацию об изменении состояния стратегии УДС.

Предположим идентифицированное состояние соответствует следующему С – кортежу:  $\omega = [\{e\} \quad \{j\} \quad \{l\}]$ . Применяя первое правило, получим:

$$\omega \cap R_1 = [\{e\} \{j\} \{l\}] \cap \begin{bmatrix} \{d\} & * & * \\ \{e\} & \{h\} & \{k\} \end{bmatrix}$$

В соответствии с правилами алгебры кортежей пересечение С-кортежа с С-системой проводится следующим образом:

$$\omega \cap R_1 = [\{e\} \{j\} \{l\}] \cap [\{d\} * *] = \emptyset,$$

$$\omega \cap R_1 = [\{e\} \{j\} \{l\}] \cap [\{e\} \{h\} \{k\}] = \emptyset.$$

Таким образом, результатом пересечения является пустое множество, поэтому переходим к проверке правила №2:

$$\omega \cap R_2 = [\{e\} \quad \{j\} \quad \{l\}] \cap \begin{bmatrix} \{e\} & * & \{k\} \\ \{e\} & * & \{l\} \end{bmatrix} = [\{e\} \quad \{j\} \quad \{l\}]$$

Поскольку при проверке правила 2 получили не пустое множество то исследуемый критерий имеет первое совпадение. Рассмотрим результаты пересечений  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ :

$$R_1 \cap R_2 \cap R_3 \cap R_4 \cap R_5 = \begin{bmatrix} \{d\} & * & * \\ \{e\} & \{h\} & \{k\} \end{bmatrix} \cap \begin{bmatrix} \{e\} & * & \{k\} \\ \{e\} & * & \{l\} \end{bmatrix} \cap$$

$$\cap \begin{bmatrix} \{f\} & \{h\} & \{k\} \\ \{e\} & \{h\} & * \end{bmatrix} \cap \begin{bmatrix} \{f\} & * & * \\ * & \{j\} & \{m\} \end{bmatrix} \cap [\{g\} \quad * \quad *] = \begin{bmatrix} \{d\} & \{j\} & \{m\} \\ \{e\} & \{h\} & \{k\} \end{bmatrix}$$

Для определения результата пересечения С–систем выполним поочередно пересечение всех составляющих С–системы и С–кортежей:

$$\begin{aligned} [\{d\} * *] \cap [\{e\} * \{k\}] &= \emptyset, \\ [\{d\} * *] \cap [\{e\} * \{l\}] &= \emptyset, \\ [\{d\} * *] \cap [\{f\} \{h\} \{k\}] &= \emptyset. \end{aligned}$$

Таким образом, выбор наиболее результативной стратегии УДС сводится к решению следующей задачи (7):

$$I_{\text{max}} = \text{Arg max}_I \left\{ \int_{\Psi} U(\Psi)_{\Psi}(\psi) d\psi \right\}. \quad (7)$$

Предложенный подход позволяет учесть индивидуальные значимые характеристики студента для получения текущей стратегии управления учебной деятельностью. Стратегия анализируется в условиях неполных данных об учебной ситуации на основе критерия результативности, что позволит внести динамику в анализ учебной деятельности каждого студента. Дальнейшее развитие описанного подхода и дополнений не нарушит рассмотренные базовые принципы его функционирования. В частности набор критериев может изменяться в зависимости от фрейм-состояния. При этом, если учесть, что допущения верны, то стратегия УДС должна иметь определённую конфигурацию, ограничивающую возможность существенных отклонений от общей траектории обучения. При этом, динамичность подхода обуславливается частотой смены дискретных педагогических ситуаций.

Устойчивость стратегии обучения также будет зависеть от уровня развития значимых учебных характеристик студента, в ситуациях повторения учебного материала или восстановления знаний такая структура будет более устойчива и наоборот, в новых предметных областях количество стратегий может меняться с более высокой частотой.

Таким образом, предложенный подход позволяет проводить не только выбор наиболее действенных стратегий обучения студента, но и определять потенциально возможные ситуации в зависимости от набора входных критериев. Дальнейшие исследования будут также направлены на развитие моделей и методов, направленных на анализ учебной энтропии студента с целью определения скорости и характера изменения стратегий УДС в задачах восстановления знаний.

**Список литературы:** 1. Разработка модели автоматизированной системы управления учебным процессом [Текст] // Межвузовский журнал "Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы". [Ускач А.Ф., Становский А.Л., Носов П.С.] – Херсон: ХНТУ. – 2007. –1 (19) . – С. 98 – 99. 2. Алгоритм визначення узагальненого показника ефективності якості навчання [Текст]: МНПК «Наука в інформац. просторі» Зб. наук. пр. :тези доповідей / [Яковенко В.Д., Ускач А.Ф.,

Носов П.С.; редкол.: І.Л. Сазонець (відпов. ред.) та ін.]. – Дніпропетровськ: нац.ун-т, 2007. – 85 с. – ПДАБА. **3.** Ревюз Д. Цепи Маркова. Пер. с англ. В.К. Малиновского. – М.: РФФИ, 1997. **4.** Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. Издание третье. – М.: Наука, 1967. 576 с. **5.** Кулик Б.А. Обобщенный подход к моделированию и анализу интеллектуальных систем на основе алгебры кортежей. // Труды VI Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» М. С. 679-715.